

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-235171

(P2007-235171A)

(43) 公開日 平成19年9月13日(2007.9.13)

(51) Int.Cl.

H01L 21/66 (2006.01)  
H01L 21/683 (2006.01)

F 1

H01L 21/66  
H01L 21/66  
H01L 21/68

テーマコード(参考)

B 4M106  
D 5FO31  
N

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2007-131408 (P2007-131408)	(71) 出願人	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(22) 出願日	平成19年5月17日 (2007.5.17)	(74) 代理人	100102691 弁理士 中野 稔
(62) 分割の表示	特願2005-203749 (P2005-203749) の分割	(74) 代理人	100112117 弁理士 山口 幹雄
原出願日	平成17年7月13日 (2005.7.13)	(74) 代理人	100116366 弁理士 二島 英明
		(72) 発明者	板倉 克裕 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友 電気工業株式会社伊丹製作所内
		(72) 発明者	夏原 益宏 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友 電気工業株式会社伊丹製作所内
			最終頁に続く

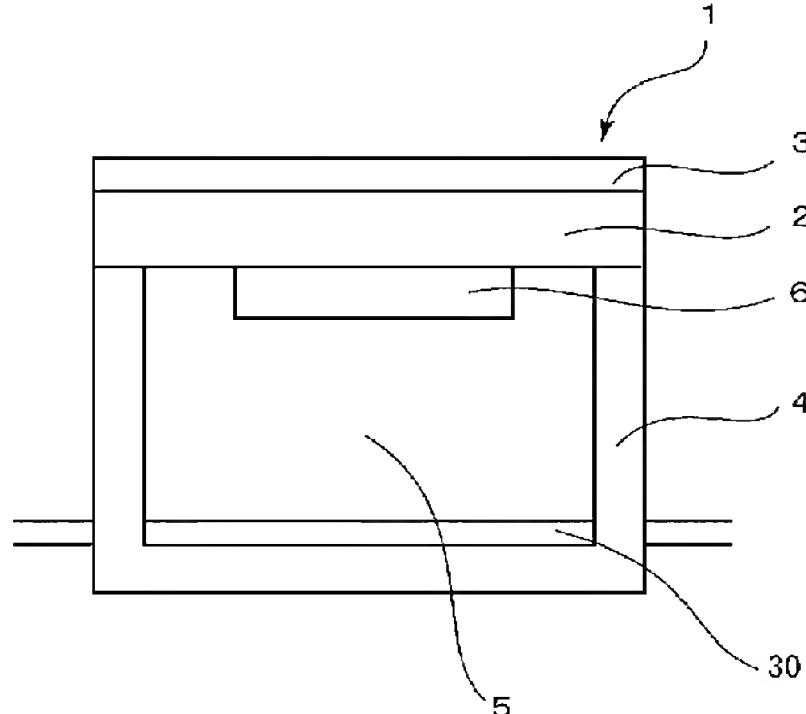
(54) 【発明の名称】 ウエハプローバ用ウェハ保持体およびそれを搭載したウェハプローバ

## (57) 【要約】

【課題】 チャックトップの熱をできるだけ駆動系に伝えないようにして、ウェハ保持体の位置精度を向上させたウェハプローバ用ウェハ保持体およびそれを搭載したウェハプローバ装置を提供する。

【解決手段】 本発明のウェハプローバ用ウェハ保持体は、半導体を検査するためのウェハ保持体であつて、前記保持体は少なくともチャックトップと、該チャックトップを支持する支持体とからなり、前記チャックトップと支持体の間に形成される空隙部に、チャックトップ及び/または支持体を冷却する冷却機構を具備することを特徴とする。前記冷却機構は、流体が流れる流路を具備することが好ましい。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

半導体を検査するためのウェハプローバ用ウェハ保持体であって、前記保持体は少なくともチャックトップと、該チャックトップを支持する支持体とからなり、前記チャックトップと支持体の間に形成される空隙部に、チャックトップ及び／または支持体を冷却する冷却機構を具備することを特徴とするウェハプローバ用ウェハ保持体。

**【請求項 2】**

前記冷却機構は、流体が流れる流路を具備することを特徴とする請求項 1 に記載のウェハプローバ用ウェハ保持体。

**【請求項 3】**

前記流路のチャックトップ側及び／または支持体の底面側に板状体を備えることを特徴とする請求項 2 に記載のウェハプローバ用ウェハ保持体。

**【請求項 4】**

前記冷却機構は、チャックトップと支持体の間に形成された空隙部の底部に設置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のウェハプローバ用ウェハ保持体。

**【請求項 5】**

前記冷却機構は、チャックトップと支持体の間に形成された空隙部の少なくともチャックトップ近傍に設置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のウェハプローバ用ウェハ保持体。

**【請求項 6】**

前記冷却機構は、可動式であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のウェハプローバ用ウェハ保持体。

**【請求項 7】**

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載したウェハプローバ用ウェハ保持体を備えたことを特徴とするウェハプローバ。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ウェハ検査に使用するウェハプローバ用ウェハ保持体に関し、詳しくはチャックトップを支持する支持体及び／またはチャックトップの冷却機構並びに前記ウェハプローバ用ウェハ保持体を具備したウェハプローバに関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

従来、半導体の検査工程では、被処理物である半導体基板（ウェハ）に対して加熱処理が行われる。すなわち、ウェハを通常の使用温度よりも高温に加熱して、不良になる可能性のある半導体チップを加速的に不良化させて取り除き、出荷後の不良の発生を予防するバーンインが行われている。バーンイン工程では、半導体ウェハに半導体回路を形成した後、個々のチップに切断する前に、ウェハを加熱しながら各チップの電気的な性能を測定して、不良品を取り除いている。このバーンイン工程において、スループットの向上のために、プロセス時間の短縮が強く求められている。

**【0003】**

このようなバーンイン工程では、半導体基板を保持し、半導体基板を加熱するためのヒータが用いられている。従来のヒータは、ウェハの裏面全面をグランド電極に接触させる必要があるので、金属製のものが用いられていた。金属製の平板ヒータの上に、回路を形成したウェハを載置し、チップの電気的特性を測定する。測定時は、通電用の電極ピンを多数備えたプローブカードと呼ばれる測定子を、ウェハに数 10 kgf から数百 kgf の力で押さえつけるため、ヒータが薄いと変形してしまい、ウェハとプローブピンとの間に接触不良が発生することがある。そのため、ヒータの剛性を保つ目的で、厚さ 1.5 mm 以上の厚い金属板を用いる必要があり、ヒータの昇降温に長時間を要し、スループット向上

10

20

30

40

50

の大きな障害となっていた。

#### 【0004】

また、バーンイン工程では、チップに電気を流して電気的特性を測定するが、近年のチップの高出力化に伴い、電気的特性の測定時に、チップが大きく発熱し、場合によっては、チップが自己発熱によって、破壊する事があるので、測定後には、急速に冷却することが求められる。また、測定中は、できるだけ均熱であることが求められている。そこで、金属の材質を、熱伝導率が403W/mKと高い銅(Cu)が用いられていた。

#### 【0005】

そこで、特許文献1では、厚い金属板の代わりに、薄くても剛性が高く、変形しにくいセラミックス基板の表面に薄い金属層を形成することにより、変形しにくくかつ熱容量が小さいウェハプローバが提案されている。この文献によれば、剛性が高いので接触不良を起こすことがなく、熱容量が小さいので、短時間で昇温及び降温が可能であるとされている。そして、ウェハプローバを設置するための支持台として、アルミニウム合金やステンレスなどを使用することができるとされている。

#### 【0006】

しかし、特許文献1に記載されているように、ウェハプローバをその最外周のみで支持すると、プローブカードの押圧によって、ウェハプローバが反ることがあるので、多数の支柱を設けるなどの工夫が必要であった。

#### 【0007】

更に、近年、半導体プロセスの微細化に伴い、プロービング時の単位面積あたりの荷重が増加するとともに、プローブカードとプローバとの位置合わせの精度も求められている。プローバは、通常、ウェハを所定の温度に加熱し、プロービング時に所定の位置に移動し、プローブカードを押し当てるという動作を繰り返す。このとき、プローバを所定の位置にまで動かすために、その駆動系に関しても高い位置精度が要求されている。

#### 【0008】

しかしながら、ウェハを所定の温度、すなわち100～200℃程度の温度に加熱した際、その熱が駆動系に伝わり、駆動系の金属部品類が熱膨張し、これにより精度が損なわれるという問題点がある。更にはプロービング時の荷重の増加により、ウェハを載置するプローバ自体の剛性も要求されるようになってきた。すなわち、プローバ自体がプロービング時の荷重により変形すると、プローブカードのピンがウェハに均一に接触できなくなり、検査ができなくなる、あるいは最悪、ウェハが破損するという問題点がある。このため、プローバの変形を抑えるため、プローバが大型化してしまい、その重量が増加し、この重量増が駆動系の精度に影響を及ぼすという問題点があった。また更には、プローバの大型に伴い、プローバの昇温及び冷却時間が非常に長くなり、スループットが低下するという問題点も存在していた。

#### 【0009】

更に、スループットを向上するために、プローバの昇温速度を向上するために、冷却機構が設けられていることが多い。しかしながら、従来は冷却機構が例えば特許文献1のように空冷であったり、金属製ヒータの直下に冷却板を設けたりしていた。前者の場合、空冷であるがために、冷却速度が遅いという問題点があった。また後者の場合でも、冷却板が金属であり、プロービング時に、この冷却板に直接プローブカードの圧力がかかるため、変形しやすいという問題点があった。

【特許文献1】特開2001-033484号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0010】

近年の半導体を検査するためのウェハプローバにおいては、半導体を検査するためプローブカードに対するウェハ保持体の位置精度が非常に重要になっている。ウェハ保持体を駆動する駆動系においては、ウェハを所定の位置に移動させるため、精度よくウェハ保持体を移動させる必要がある。しかしチャックトップの熱が駆動系の装置に伝わると、駆動

10

20

30

40

50

系装置の部品類が熱膨張し、その精度が低下し、ウェハとチャックトップの位置合わせが困難となり、ウェハの検査に支障が出てくることがある。特に近年ではウェハの配線に微細化もあり、特に精度の良い駆動系装置が求められている。そこで、本発明は、チャックトップの熱をできるだけ駆動系に伝えないようにして、ウェハ保持体の位置精度を向上させたウェハプローバ用ウェハ保持体およびそれを搭載したウェハプローバ装置を提供することと同時に、チャックトップ冷却時の冷却速度を向上させることでスループットを向上することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

##### 【0011】

本発明のウェハプローバ用ウェハ保持体は、表面にチャックトップ導体層を有するチャックトップと、該チャックトップを支持する支持体とからなり、チャックトップと支持体との間に形成された空隙に、冷却機構を具備し、さらに必要に応じて冷却用の板状体を設置することにより、効率良くチャックトップ及び／または支持体を冷却することによって、チャックトップが高温であっても駆動系の位置精度を保つことと同時に、チャックトップの冷却速度を向上させることができ、スループットを向上できることを見出したものである。

##### 【0012】

すなわち、本発明のウェハプローバ用ウェハ保持体は、半導体を検査するためのウェハ保持体であって、前記保持体は少なくともチャックトップと、該チャックトップを支持する支持体とからなり、前記チャックトップと支持体の間に形成される空隙部に、チャックトップ及び／または支持体を冷却する冷却機構を具備することを特徴とする。

##### 【0013】

前記冷却機構は、流体が流れる流路を具備することが好ましい。また、該流路のチャックトップ側及び／または支持体の底面側に板状体を備えることが好ましい。前記冷却機構は、チャックトップと支持体の間に形成された空隙部の底部に設置されていることが好ましく、また、前記冷却機構は、チャックトップと支持体の間に形成された空隙部の少なくともチャックトップ近傍に設置されていてもよい。更に、前記冷却機構は、可動式であることが好ましい。

##### 【0014】

前記冷却機構の材質が、銅あるいはアルミニウムを主成分とすることが好ましい。このようなウェハプローバ用ウェハ保持体を備えたウェハプローバは、位置精度がよいので、効率良くまた正確に半導体ウェハを検査することができる。

#### 【発明の効果】

##### 【0015】

本発明によれば、チャックトップと支持体との間に形成された空隙部に冷却機構を具備することによって、容易に支持体を冷却することができ、精度の高いプロービングを可能にすることができると同時に、スループットを向上できるウェハプローバ用ウェハ保持体を提供することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0016】

本発明の実施の形態を図1を参照して説明する。図1は、本発明の実施形態の一例である。本発明のウェハプローバ用ウェハ保持体1は、チャックトップ導体層3を有するチャックトップ2と、該チャックトップを支持する支持体4とからなり、チャックトップ2と支持体4との間の一部に空隙部5を有し、該空隙部に冷却機構30を備える。この空隙部5を有することで、断熱効果を高めることができる。

##### 【0017】

前記冷却機構は、好ましくは、支持体及び／またはチャックトップを冷却するための気体もしくは液体を流す流路を具備する。例えば、支持体を冷却する流路として、複数の冷却パイプを配置することができる。冷却パイプを、空隙部の底面に、できるだけパイプ間の隙間がないように設置することが好ましい。このように設置する事で、パイプと支持体

10

20

30

40

50

との接触面積が増加し、より効率的に支持体を冷却する事ができるため好ましい。このため、例えばパイプの断面形状を三角形や四角形とし、支持体との接触面積を増やす事もできる。またパイプ内壁に突起を形成する等工夫することでパイプ内壁における流体との接触面積を増やし、冷却効率を高めることもできる。

#### 【0018】

また冷却パイプを支持体の底部に固定しても良い。例えばパイプを金属製のバンドなどを用いてネジ止めすることでパイプと支持体を機械的に固定し、支持体の冷却効率を向上させる事ができる。また、支持体とパイプをロウ材によって接着しても良い。しかしこの場合、冷却パイプとロウ材、支持体の熱膨張係数が異なる場合、接合時に支持体にクラックや割れが発生する場合があるので注意が必要である。

10

#### 【0019】

また冷却パイプをチャックトップの支持体側の面に固定しても良い。例えばパイプを金属製のバンドなどを用いてネジ止めすることでパイプとチャックトップを機械的に固定し、チャックトップの冷却効率を向上させる事ができる。また、チャックトップとパイプをロウ材によって接着しても良い。しかしこの場合、冷却パイプとロウ材、チャックトップの熱膨張係数が異なる場合、接合時にチャックトップにクラックや割れが発生する場合があるので注意が必要である。

#### 【0020】

また、前記冷却機構は、流路に板状体を設置することも可能である。図2に示すように、板状体40を流路30と支持体底部との間に設置してもよく、また、図11に示すようにチャックトップの支持体側の面に固定してもよい。このように、板状体を冷却機構と支持体底部との間、あるいは冷却機構とチャックトップとの間に設置することにより、冷却機構と支持体あるいはチャックトップとの接触面積を増加させることができるので、冷却効率を向上させることができる。この場合、板状体の支持体あるいはチャックトップとの当接面の平面度はできるだけ小さい方がよい。また、板状体40は図3や図12に示すように、流路30の上に設置してもよい。

20

#### 【0021】

流路と板状体は機械的方法、もしくは溶接やロウ付け等の手法で互いに接合している事が望ましい。接合させる手法には特に制約はないが、例えば、板状体上に冷却パイプを這わせ、それを上記のように金属製のバンドで板状体にネジ止めなどの手法で固定する事ができる。また2枚の板状体で挟み込む構造においては、冷却板同士をネジ止めし、その間に冷却パイプを挟み込んだり、溶接やロウ付けによって接合する事ができる。

30

#### 【0022】

前記板状体の役割としては、前記流路が板状体に接合されることによって、流路のみの場合と比較して、支持体やチャックトップに対して十分な接触面積を確保できるため、冷却速度が向上するため好ましい。このため本発明における板状体と、チャックトップの支持体側の面、支持体のチャックトップ側の面とは、密着したときに隙間が少ないことが好ましいのは言うまでもない。このようにすることで本来流路のみであった場合に比較して、接触面積を増やし、接触抵抗を低減することができ、冷却効率を向上させることができる。

40

#### 【0023】

また、別の冷却機構として、2枚の板状体を準備し、この板状体の少なくともどちらかに溝加工を施し、冷却用の流体を流す流路を設けることができる。この2枚の板状体は、溶接やロウ付けなどの手法によって一体化しても良いし、ネジ止めなどの機械的な手法で一体化しても良い。この一体化の手法については、流す流体の種類に応じて適宜決定すればよい。

#### 【0024】

また、更に別の冷却機構としては、支持体のチャックトップ側の底部に溝加工を施し、これを板状体で覆って流路とし、流路（溝加工部）に流体を流すことで支持体を冷却することもできる。またこの場合、支持体に溝加工をせず、板状体の支持体面側に溝加工を施

50

しても良く、また両者に溝加工を施しても良いことは言うまでもない。

【0025】

また、更に別の冷却機構としては、チャックトップの支持体側の底部に溝加工を施し、これを板状体で覆って流路とし、流路（溝加工部）に流体を流すことで支持体を冷却することもできる。またこの場合、チャックトップに溝加工をせず、板状体のチャックトップ面側に溝加工を施しても良く、また両者に溝加工を施しても良いことは言うまでもない。

【0026】

更に流路が冷却パイプの場合、冷却パイプと板状体を使用する場合には、板状体の冷却パイプとの当接面を冷却パイプの断面形状に近い形状でザグリ加工し、冷却パイプと冷却板の接触面積を増加し、冷却効率を向上させる事ができる。また冷却パイプと板状体の間に、変形能を有する熱伝導性の伝熱材を設置することで冷却効率を向上させる事ができる。このとき使用する伝熱材の材質としては特に制約はないが、シリコーン樹脂や、エポキシ樹脂、フェノール樹脂等耐熱性を有する樹脂が好ましい。また、熱伝導性を向上させるために、これらの樹脂にフィラーとしてセラミックスや無機物質を添加しても良い。また言うまでもないが、これらの開示された技術を組み合わせて冷却装置を作製し、支持体の空隙部に設置すればよい。

【0027】

また上記のように板状体を設置する場合は、板状体を支持体またはチャックトップにネジ止め等で機械的に固定する事も可能である。このようにする事で、板状体と支持体またはチャックトップの間で良好な密着が得られるため、冷却効率が向上し好ましい。

【0028】

これら流路に流す気体や液体としては流路を腐食するものでなければ特に制約はない。例えば気体としては、空気や窒素、アルゴンやヘリウムなど特に制限なく使用する事ができる。また液体に関しては、水が熱容量的には好適である。しかし、万が一流路からもれた場合に、他装置に対する影響も大きい事から、ガルデン等の溶剤を使用する事ができる。これらの溶剤は、0℃以下の温度において使用する事ができるため、熱容量が小さくとも比較的効率的に冷却する事ができる。またこれらの流体の流量に対する制限はないが、効率的に冷却するためには、1リットル/分以上の流量を有する事が好ましい。また流量に対する上限はないが、300リットル/分前後程度までが好適である。これ以上の流量になると、流路配管の継ぎ目などにかかる圧力が大きくなるため、その部分の破損や、漏れが発生しやすくなるためである。このように流体の種類や流量は、その目的に応じて適宜選択すればよい。

【0029】

また形成する流路に対する断面積の制限は特にはない。しかし、冷却効率を向上させるためには、ある程度流路の断面積は小さいほうが好ましい。日安ではあるが、流路が円形である場合には、流路の内径は2~10mm程度が好ましい。これより小さな流路では、気体や液体を流す際の圧損が大きい。大面積に流路を配置する場合には、効率的な冷却が難しい。

【0030】

冷却パイプや板状体の材質として特に制約はないが、加工性を考えると金属を使用するのが一般的である。例えばステンレスや銅、アルミニウム、ニッケル等の金属や、合金を使用する事ができる。またこれらの金属に対して、ニッケルや金などのメッキを施して耐食性を向上させる事もできる。これらの材質のうちでも、冷却効率を向上させるためには、熱伝導率の高い銅やアルミニウムが好ましい。これらの冷却パイプや板状体は、熱伝導率が高いため、流路内を流れる流体によって効率的に熱を取り除けるため好ましい。

【0031】

また、本発明における冷却装置は、流路のチャックトップ側に板状体を備えることで、チャックトップ側に当接させ、チャックトップの冷却を行う事も可能である。さらに、図10に示すように、冷却機構30を昇降手段9により取り付けて、可動式とすることもできる。すなわちこの場合、チャックトップが加熱されている間は、本発明の冷却装置は、

10

20

30

40

50

支持体下部に設置され、支持体を効率よく冷却させる。その後、チャックトップの温度を低下させる必要が生じた場合は、本冷却機構を可動式とする事で、チャックトップ側に当接させ、チャックトップを効率的に冷却する事ができる。

#### 【0032】

更に別の冷却機構としては、流体を支持体とチャックトップとの隙間に流入させることでチャックトップおよび/または支持体を冷却することができる。この場合、例えば冷却パイプを前記隙間の中に挿入し、その冷却パイプから空気等の気体を噴出させることで冷却することもできる。噴出の方法としては特に制約はなく、例えば冷却パイプの終端のみから噴出させても良いし、終端を封鎖し、冷却パイプの途中に穴を開けることで噴出させても良く、冷却パイプの本数も1本に限定されず、複数であっても良い。

10

#### 【0033】

チャックトップには、加熱体6を備えることが好ましい。これは近年の半導体のプロービングにおいては、ウェハを100～200℃の温度に加熱する必要が多いからである。このためもしチャックトップを加熱する加熱体の熱を支持体に伝わることを防止することができなければ、ウェハプローバ支持体下部に備わる、駆動系に熱が伝わり、各部品の熱膨張差により、機械精度にズレを生じ、チャックトップ上面（ウェハ載置面）の平面度、平行度を著しく劣化させる原因となる。しかし、本構造は断熱構造であることから平面度平行度を著しく劣化させることはない。さらに、中空構造であることから、円柱形状の支持体に比べ軽量化が図れる。なお、冷却機構をチャックトップの支持体面側に設置する場合は、加熱体を冷却機構のチャックトップとは反対側の面に設置してもよい。

20

#### 【0034】

図4に示すように、加熱体6は、抵抗発熱体61を絶縁体62で挟み込んだものが構造として簡便であるので好ましい。抵抗発熱体は、金属材料を使用することができる。例えば、ニッケルやステンレス、銀、タングステン、モリブデン、クロムおよびこれらの金属の合金の、例えば金属箔を用いることができる。これらの金属の中では、ステンレスとニクロムが好ましい。ステンレスあるいはニクロムは、発熱体の形状に加工する時、エッチングなどの手法により、抵抗発熱体回路パターンを比較的に精度良く形成することができる。また、安価であり、耐酸化性を有するので、使用温度が高温であっても長期間の使用に耐えることができるので好ましい。

30

#### 【0035】

また、発熱体を挟み込む絶縁体としては、耐熱性を有する絶縁体であれば特に制約はない。例えば、マイカや、シリコン樹脂やエポキシ樹脂、フェノール樹脂など特に制約はない。また、このような絶縁性の樹脂で発熱体を挟み込む場合、発熱体で発生した熱をよりスムースにチャックトップに伝えるために、樹脂中にフィラーを分散させることができる。樹脂中に分散するフィラーの役割は、シリコン樹脂等の熱伝導を高める役割があり、材質としては、樹脂との反応性無ければ特に制約はなく、例えば空化硼素や、空化アルミニウム、アルミナ、シリカなどの物質を上げることができる。加熱体は、搭載部にネジ止め等の機械的手法で固定することができる。

#### 【0036】

また、支持体のヤング率は200GPa以上であることが好ましい。支持体のヤング率が200GPa未満である場合には、底部の厚みを薄くできないため、空隙部の容積を十分確保できず、断熱効果が期待できない。さらに後述する冷却モジュールを搭載するスペースも確保できない。また、より好ましいヤング率は300GPa以上である。300GPa以上のヤング率を有する材料を用いれば、支持体の変形も大幅に低減することができるため、支持体をより小型化、軽量化できるため特に好ましい。

40

#### 【0037】

また、支持体の熱伝導率は、40W/mK以下であることが好ましい。支持体の熱伝導率が40W/mKを超えると、チャックトップに加えられた熱が、容易に支持体に伝わり、駆動系の精度に影響を及ぼすため好ましくない。近年ではプロービング時の温度として150～200℃という高温が要求されるため、支持体の熱伝導率は10W/mK以下で

50

あることが特に好ましい。また、より好ましい熱伝導率は  $5 \text{ W/mK}$  以下である。この程度の熱伝導率になると、支持体から駆動系への熱の伝達量が大幅に低下するためである。これらを満たす具体的な支持体の材質は、ムライトもしくはアルミナ、ムライトとアルミナの複合体（ムライトーアルミナ複合体）であることが好ましい。ムライトは熱伝導率が小さく断熱効果が大きい点が、アルミナはヤング率が大きく、剛性が高い点で好ましい。ムライトーアルミナ複合体は熱伝導率がアルミナより小さく且つヤング率がムライトより大きく、総合的に好ましい。

#### 【0038】

有底円筒形状の支持体の円筒部分の肉厚は、 $20 \text{ mm}$  以下であることが好ましい。 $20 \text{ mm}$  を超えると、チャックトップから支持体への熱伝達量が大きくなるため、好ましくない。このため、チャックトップを支持する支持体の円筒部分の肉厚は、 $10 \text{ mm}$  以下が好ましい。但し、肉厚が  $1 \text{ mm}$  未満になると、ウェハを検査する際に、ウェハにプローブカードを押し当てるが、そのときの押さえつけ圧力により、支持体の円筒部分が変形したり、最悪破損したりするため好ましくない。最も好ましい厚みとしては  $10 \text{ mm}$  から  $15 \text{ mm}$  である。さらに、円筒部のうちチャックトップと接触する部分の肉厚は  $2 \sim 5 \text{ mm}$  が好ましい。この程度の厚みが、支持体の強度と断熱性のバランスが良く、好ましい。

#### 【0039】

また、支持体の円筒部分の高さは、 $10 \text{ mm}$  以上であることが好ましい。 $10 \text{ mm}$  未満であると、ウェハ検査時にプローブカードからの圧力がチャックトップに加わり、更に支持体にまで伝わるため、支持体の底部にたわみを生じ、このためチャックトップの平面度を悪化させるため好ましくない。

#### 【0040】

支持体の底部の厚みは、 $10 \text{ mm}$  以上であることが好ましい。支持体底部の厚みが  $10 \text{ mm}$  以下であるとウェハ検査時にプローブカードからの圧力がチャックトップに加わり、更に支持体にまで伝わるため、支持体の底部にたわみを生じ、このためチャックトップの平面度を悪化させるため好ましくない。好ましくは、 $10 \text{ mm}$  から  $35 \text{ mm}$  である。なぜなら  $10 \text{ mm}$  以下であるとチャックトップの熱が支持体底部まで容易に伝わり、支持体が熱膨張によるそりを生じ、チャックトップの平面度、平行度を劣化させるため好ましくない。 $35 \text{ mm}$  以下であれば小型化でき好適である。また、支持体の円筒部と底部を分離することも可能である。この場合、分離された円筒部と底部は互いに界面を有するため、この界面が熱抵抗層となり、チャックトップから支持体に伝わる熱がこの界面で一旦遮断されるため、底部の温度が上昇しにくくなるため好ましい。

#### 【0041】

チャックトップを支持する支持体の支持面には断熱構造を有することが好ましい。この断熱構造としては、支持体に切り欠き溝を形成し、チャックトップと支持体の接触面積を小さくすることで断熱構造を形成することができる。チャックトップに切り欠き溝を形成し、断熱構造を形成することも可能である。この場合、チャックトップのヤング率が  $250 \text{ GPa}$  以上有していることが必要である。すなわち、チャックトップにはプローブカードの圧力が加わるため、切り欠きが存在すると、ヤング率が小さい材料である場合には、その変形量がどうしても大きくなり、変形量が大きくなると、ウェハの破損や、チャックトップ自身の破損につながることがある。しかし、支持体に切り欠きを形成すれば上記のような問題は発生しないため、好ましい。切り欠きの形状としては図5に示すように、同心円状の溝21を形成したものや、図6に示すように放射線状に溝22を形成したもの、あるいは、突起を多数形成したものなど、形状には特に制約はない。但し、いずれの形状においても対称な形状にする必要がある。形状が対称でない場合は、チャックトップに掛かる圧力を均一に分散することができなくなり、チャックトップの変形や、破損に影響するため好ましくない。

#### 【0042】

また、断熱構造の形態として、図7に示すように、チャックトップと支持体の間に、複数の柱状体23を設置することが好ましい。配置は同心円状に均等あるいはそれに類似し

10

20

30

40

50

た配置で8個以上あることが好ましい。特に近年ではウェハの大きさが8～12インチと大型化しているため、これよりも少ない数量では、円柱間の距離が長くなり、プローブカードのピンをチャックトップに載置されているウェハに押し当てた際、円柱間で撓みが発生しやすくなるため、好ましくない。一体型である場合に比べ、チャックトップとの接触面積が同一の場合、チャックトップと柱状体間、柱状体と支持体間と界面を2つ形成することができるため、その界面が熱抵抗層となり、熱抵抗層を2倍に増加できるため、チャックトップで発生した熱を効果的に断熱することが可能となる。この柱状体の形状としては円柱状であっても良いし、三角柱、四角柱、さらにはどのような多角形であっても良く、その形状に対しては特に制約はない。いずれにしろ、このように柱状体を挿入することによってチャックトップから支持体への熱を遮断することができる。

10

#### 【0043】

前記断熱構造に使用する円柱の材質としては熱伝導率が30W/mK以下であることが好ましい。これよりも熱伝導率が高い場合、断熱効果が低下するため、好ましくない。円柱の材質としてはSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、ムライト、ムライトアルミナ複合体、ステアタイト、コージライト、ステンレス、ガラス（纖維）、ポリイミドやエポキシ、フェノールなどの耐熱樹脂やこれらの複合体を使用することができる。

20

#### 【0044】

前記支持体とチャックトップもしくは柱状体との接触部分の表面粗さがRa0.1μm以上であることが好ましい。表面粗さがRa0.1μm未満である場合、支持体とチャックトップもしくは柱状体との接触面積が増加すると共に、両者の間の隙間が相対に小さくなるため、Ra0.1μm以上の場合に比較して熱の伝達量が大きくなるため好ましくない。この場合の表面粗さに関しての上限は特にない。但し、表面粗さRaが5μm以上の場合、その表面を処理するためのコストが高くなることがある。このとき、表面粗さをRa0.1μm以上にするための手法としては、研磨加工や、サンドブラスト等による処理を行うと良い。但しこの場合においては、その研磨条件やブラスト条件を適切化し、Ra0.1μm以上に制御する必要がある。

20

#### 【0045】

また支持体底部の表面粗さはRa0.1μm以上であることが好ましい。この場合においても上記と同様に、底部の表面粗さが粗いことによって、駆動系への熱の伝達量も小さくすることができるため好ましい。

30

#### 【0046】

また前記支持体の底部と円筒部が分離できる場合、その接触部の表面粗さは少なくともそのどちらかがRa0.1μm以上である必要がある。これより小さい表面粗さでは、円筒部分から底部への熱の遮断効果小さい。

30

#### 【0047】

更に前記柱状体の支持体との接触面、さらにはチャックトップとの接触面の表面粗さについてもRa0.1μm以上であることが必要である。この柱状体についても表面粗さを大きくすることで支持体への熱の伝わりを小さくすることができる。

40

#### 【0048】

以上のように、各部材に界面を形成し、その界面の表面粗さをRa0.1μm以上とすることで支持体底部への熱の伝達量を低減することができるため、結果的に発熱体への電力供給量も低減することができる。

40

#### 【0049】

前記支持体の円筒部分の外周部と、チャックトップとの接触面、または前記支持体の円筒部分の外周部と柱状体のチャックトップとの接触面の直角度は、測定長100mmに換算したときに10mm以内であることが好ましい。例えば、直角度がこれ以上の大きさになると、チャックトップから加わった圧力が支持体の円筒部分に加わる際に、円筒部分自身の変形が発生しやすくなるため好ましくない。

#### 【0050】

支持体の表面には、金属層が形成されていることが好ましい。チャックトップを加熱す

50

るための発熱体から発生する電磁波が、ウェハの検査時にノイズとなり、影響を及ぼすが、支持体に金属層を形成すれば、この電磁波を遮断することができるため好ましい。金属層を形成する方法としては、特に制約はない。例えば、銀や金、ニッケル、銅などの金属粉末にガラスフリットを添加した導体ペーストをはけなどで塗布して焼き付けても良い。

#### 【0051】

またアルミニウムやニッケルなどの金属を溶射により形成してもよい。また、表面にメッキで金属層を形成することも可能である。また、これらの手法を組み合わせることも可能である。すなわち、導体ペーストを焼き付けた後、ニッケルなどの金属をメッキしても良いし、溶射後にメッキを形成しても良い。これらの手法のうち特にメッキまたは溶射が好ましい。メッキは密着強度が強く、信頼性が高いため好ましい。また溶射は比較的低コストで金属膜を形成することができるため好ましい。

10

#### 【0052】

また別の手法としては、支持体の側面にリング形状の導体を取り付けることも可能である。この場合、使用する材質については、導体であれば特に制約は無い。例えば、ステンレスや、ニッケル、アルミニウムなどの金属箔を支持体の外径よりも大きい寸法でリング形状に成形し、これを支持体の側面に取り付けることができる。また支持体の底面部分に、金属箔及び金属板を取り付けてもよく、側面に取り付けた金属箔と接続することでよりシールド効果を高めることができる。また、支持体内部の空間を利用し金属箔及び金属板を有底円筒形空間内に取り付けても良く、側面及び底面に取り付けた金属箔と接続することでよりシールド効果を高めることができる。このような手法を採用することによって、メッキや導体ペーストを塗布する場合に比較して、比較的安価に上記効果を得ることができるとため好ましい。金属箔および金属板と支持体の固定方法に関しては特に制約はないが、例えば金属ネジを用いて、金属箔及び金属板を支持体に取り付けることができる。また支持体の底面と側面の金属箔及び金属板を一体化してもよい。

20

#### 【0053】

また、図8に示すように、支持体4の中心部付近には、支持棒7が具備されていることが好ましい。この支持棒は、チャックトップにプローブカードが押し付けられた際に、チャックトップの変形を抑えることができる。このときの中心部の支持棒の材質としては、支持体の材質と同一であることが好ましい。支持体、支持棒ともにチャックトップを加熱する加熱体から熱を受けるため、熱膨張する。このとき支持体の材質が異なると熱膨張係数差により支持体と支持棒の間に段差が生じ、これによってチャックトップが変形しやすくなるため好ましくない。支持棒の大きさとしては、特に制約はないが、断面積が0.1 cm<sup>2</sup>以上であることが好ましい。断面積がこれ以下である場合には、支持の効果が十分でなく、支持棒が変形しやすくなるため好ましくない。また断面積は100 cm<sup>2</sup>以下であることが好ましい。これ以上の断面積を有する場合、後述するが、支持体の円筒部分に挿入される冷却モジュールの大きさが小さくなり、冷却効率が低下するため好ましくない。また支持棒の形状としては、円柱形状や、三角柱、四角柱など特に制約はない。支持棒の支持体に対する固定方法としては、特に制約はない。活性金属によるロウ付けや、ガラス付け、ネジ止めなどが上げられる。これらの中では、ネジ止めが特に好ましい。ネジ止めすることによって、脱着が容易となり、さらには固定時に熱処理を行わないため、支持体や、支持棒の熱処理による変形を抑えることができるためである。

30

#### 【0054】

またチャックトップを加熱する加熱体とチャックトップとの間に電磁波を遮断（シールド）するための金属層が形成されていることが好ましい。この電磁シールド層は、加熱体等で発生した電磁波や電場などのウェハのプロービングに影響を与えるノイズを遮断する役割がある。このノイズは通常の電気特性の測定には大きな影響を与えないが、特にウェハの高周波特性を測定する場合に顕著に影響するものである。この電磁シールド層は、例えば金属箔を加熱体とチャックトップとの間に挿入することができ、チャックトップ及び加熱体とは絶縁されている必要がある。この場合、使用する金属箔としては特に制約はないが、加熱体が200℃程度の温度になるため、ステンレスやニッケル、あるいはアル

40

50

ミニウムなどの箔が好ましい。

【0055】

電磁シールド層とチャックトップ及び加熱体との絶縁の為、電磁シールド層とチャックトップとの間に絶縁層を備えることが好ましい。この絶縁層の役割は、チャックトップが絶縁体である場合にはチャックトップのウェハ載置面に形成されたチャックトップ導体層との間、もしくはチャックトップが導体である場合には、チャックトップ自身と電磁シールド層との間に、電気回路上コンデンサが形成され、このコンデンサ成分がウェハのプロービング時にノイズとして影響することがある。このため、これらの影響を低減するためには、電磁シールド層とチャックトップとの間に絶縁層を形成することで上記ノイズを低減することができる。

10

【0056】

更にチャックトップと電磁シールド間に絶縁層を介してガード電極層を備えることが好ましい。このガード電極層は、前記支持体に形成される金属層と電気的に接続されことで、ウェハの高周波特性を測定する際に影響するノイズの影響を更に低減することができるため好ましい。すなわち、本発明においては、加熱体を含む支持体全体を導体で覆うことで、高周波におけるウェハ特性測定時のノイズの影響を小さくすることができる

【0057】

発熱体と電磁シールド層間、電磁シールド層とガード電極層間、及びガード電極層とチャックトップ導体層間に形成する前記絶縁層の抵抗値は  $10^7 \Omega$  以上であることが好ましい。抵抗値が  $10^7 \Omega$  未満の場合、加熱体からの影響によって、チャックトップ導体層に向かって微小な電流が流れ、これがプロービング時のノイズとなり、プロービングに影響を及ぼすため好ましくない。絶縁層の抵抗値を  $10^7 \Omega$  以上とすれば、上記微小電流をプロービングに影響のない程度に低減することができるため好ましい。特に最近ではウェハに形成される回路パターンも微細化が進んでいるため、上記のようなノイズをできるだけ低減しておく必要があり、絶縁層の抵抗値を  $10^{10} \Omega$  以上とすることで、更に信頼性の高い構造とすることができます。

20

【0058】

また上記絶縁層の誘電率は 1.0 以下であることが好ましい。絶縁層の誘電率が 1.0 を超えると、絶縁層を挟み込む電磁シールド層、ガード電極層とチャックトップに電荷が蓄えられやすくなり、これがノイズ発生の原因となるため好ましくない。特に最近では、上記のようにウェハ回路の微細化が進展していることから、ノイズを低減しておく必要があり、誘電率は 4 以下、更には 2 以下とすることが特に好ましい。誘電率を小さくすることで上記の絶縁抵抗値や静電容量を確保するために必要な絶縁層の厚みを薄くすることができ、絶縁層による熱抵抗を小さくできるため好ましい。

30

【0059】

さらにチャックトップが絶縁体の場合は、チャックトップ導体層とガード電極層間、及びチャックトップ導体層と電磁シールド層間、チャックトップが導体である場合には、チャックトップ自身とガード電極層間及び電磁シールド層間の静電容量は  $5000 \text{ pF}$  以下であることがこのましい。 $5000 \text{ pF}$  を超える静電容量を有する場合、絶縁層のコンデンサとしての影響が大きくなり、プロービング時にノイズとして影響するがあるため好ましくない。特に上記のようにウェハ回路の微細化に伴い、特に静電容量として  $1000 \text{ pF}$  以下であれば、良好なプロービングを実現することができるため、特に好ましい。

40

【0060】

以上述べてきたように、プロービング時に影響を与えるノイズを絶縁層の抵抗値、誘電率、静電容量を上記の範囲内に制御することで大幅に低減することができる。絶縁層の厚みとしては、0.2 mm 以上が好ましい。本來装置の小型化や、加熱体からチャックトップの熱伝導を良好に保つためには、絶縁層の厚みが薄い方がよいが、厚みが 0.2 mm 未満となると、絶縁層自体の欠陥や、耐久性の問題が発生するため好ましくない。絶縁層の理想的な厚みとしては 1 mm 以上である。この程度の厚みを有しておれば、耐久性の問題も無く、また加熱体からの熱の伝導も良好であるため、好ましい。厚みの上限に関しては

50

、特に制約はないが、10mm以下であることが好ましい。これ以上の厚みを有する場合、ノイズに関しては、遮断する効果が高いものの、加熱体で発生した熱が、チャックトップ、及びウェハに伝導するまでに時間がかかるため、加熱温度の制御がしにくくなるため好ましくない。好ましい厚みとしては、プロービング条件にもよるが5mm以下であれば、比較的容易に温度制御が可能となるため、好ましい。

#### 【0061】

また絶縁層の熱伝導率については、特に制約はないが、上記のように加熱体からの良好な熱伝導を実現するためには0.5W/mK以上であることが特に好ましい。また1W/mK以上であれば、さらに熱の伝達が良好となるため、好ましい。

#### 【0062】

絶縁層の具体的な材料として、上記特性を満たし、プロービング温度に耐えるだけの耐熱性を有しておれば特に制約は無く、セラミックスや樹脂などを上げることができる。これらの中、樹脂としては、例えばシリコン樹脂や、この樹脂中にフィラーを分散したものや、アルミナ等のセラミックスが好ましく用いることができる。樹脂中に分散するフィラーの役割は、シリコン樹脂の熱伝導を高める役割があり、材質としては、樹脂との反応性無ければ特に制約はなく、例えば窒化硼素や、窒化アルミニウム、アルミナ、シリカなどの物質を上げることができる。

#### 【0063】

また前記絶縁層の形成領域は、前記電磁シールド層や、ガード電極層、加熱体の形成領域と同等以上であることが好ましい。形成領域が小さい場合には、絶縁層で覆われていない部分からノイズの侵入が発生することがあるため好ましくない。

#### 【0064】

以下に例を挙げて説明する。例えば、前記絶縁層として、窒化硼素を分散させたシリコン樹脂を絶縁層として用いる。この材料の誘電率は2である。前記電磁シールド層とガード電極層間、ガード電極層とチャックトップ間に窒化硼素分散シリコン樹脂を絶縁層として挟み込む場合、12インチウェハ対応のチャックトップであれば、例えば直径300mmに形成することができる。このとき、絶縁層の厚みを0.25mmとすれば、静電容量は5000pFとすることができます。更に厚みを1.25mm以上とすれば静電容量は1000pFとすることができます。この材料の体積抵抗率は、 $9 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ であるため、抵抗値は、直径300mmの場合、厚み0.8mm以上とすれば抵抗値を $1 \times 10^{12} \Omega$ 程度にすることができる。また本材質の熱伝導率は5W/mK程度有するため、プロービングを行う条件によって、厚みを選択することができるが、厚みを1.25mm以上とすれば静電容量、抵抗値ともに十分な値とすることができます。

#### 【0065】

図9に拡大した断面図を示すが、支持体4の円筒部41には加熱体に給電するための電極や電磁シールド電極を挿通するための貫通穴42が形成されていることが好ましい。この場合、貫通穴の形成位置としては、支持体の円筒部の中心部付近が特に好ましい。形成される貫通穴が外周部に近い場合、プローブカードの圧力による影響で、支持体の円周部で支える支持体の強度が低下し、貫通穴近傍で支持体が変形するため好ましくない。なお、図9以外の図面では、電極や貫通孔は省略している。

#### 【0066】

チャックトップの反りが30μm以上であると、プロービング時のプローバの針が片あたりを起こし、特性を評価できないまたは接触不良により誤って不良判定をすることで歩留まりを必要以上に悪く評価してしまうため好ましくない。また、チャックトップ導体層の表面と支持体の底部裏面との平行度が30μm以上であっても同様に接触不良を生じ好ましくない。室温時にチャックトップの反り及び平行度が30μm以下で良好であっても、200°Cでのプロービング時に反り、平行度が30μm以上となると前記に同様好ましくない。-70°Cでのプロービング時においても同様である。すなわち、プロービングを行う温度範囲全域において反り、および平行度とともに30μm以下であることが好ましい。

## 【0067】

チャックトップのウェハ載置面には、チャックトップ導体層を形成する。チャックトップ導体層を形成する目的としては半導体製造で通常使用される腐食性のガス、酸、アルカリの薬液、有機溶剤、水などからチャックトップを保護する、且つチャックトップに載置するウェハとの間にチャックトップより下部からの電磁ノイズを遮断するため、アースに落とす役割がある。

## 【0068】

チャックトップ導体層の形成方法としては、特に制約はなく、導体ペーストをスクリーン印刷によって塗布した後焼成する、あるいは蒸着やスパッタ等の手法、あるいは溶射やメッキ等の手法が挙げられる。これらのうちでも、特に溶射法とメッキ法が好ましい。これらの手法においては、導体層を形成する際に、熱処理を伴わないので、チャックトップ自体に、熱処理による反りが発生しないこと、またコストが比較的安価であるために特性的に優れた安価な導体層を形成することができる。特にチャックトップ上に溶射膜を形成し、その上にメッキ膜を形成することが特に好ましい。これは、溶射膜は、セラミックスや、金属-セラミックスとの密着性は、メッキ膜より優れている。これは溶射される材料、例えばアルミニウムやニッケル等は、溶射時に若干の酸化物や窒化物あるいは酸窒化物を形成する。そしてその形成された化合物がチャックトップの表面層と反応し、強固に密着することができる。

## 【0069】

しかし、溶射された膜にはこれらの化合物が含まれるため、膜の導電率が低くなる。それに対してメッキは、ほぼ純粋な金属を形成することができるため、チャックトップとの密着強度は溶射膜ほど高くは無い変わりに、導電性に優れた導体層を形成することができる。そこで、下地に溶射膜を形成し、その上にメッキ膜を形成すると、メッキ膜は溶射膜に対しては、溶射膜が金属であることから良好な密着強度を有し、さらには良好な電気伝導性も付与することができるため、特に好ましい。

## 【0070】

さらにチャックトップ上の導体層の表面さは  $R_a$  で  $0.5 \mu m$  以下であることが好ましい。面粗さが  $0.5 \mu m$  を超えると、発熱量の大きな素子の測定をする場合、プロービング時に素子自身の自己発熱により発生する熱をチャックトップから放熱することができず素子自身が昇温されて熱破壊してしまうことがある。面粗さは  $R_a$  で  $0.02 \mu m$  以下であるとより効率よく放熱できるため好ましい。

## 【0071】

チャックトップの発熱体を加熱し例えば  $200^{\circ}C$  でプロービングする際、支持体下面の温度が  $100^{\circ}C$  以下であることが好ましい。 $100^{\circ}C$  を超えると、支持体下部に備わるプローバーの駆動系に熱膨張係数差による歪を生じその精度が損なわれ、プロービング時の位置ずれや、反り、平行度の増加によるプローブの片あたりなど不具合を生じ、正確な素子の評価ができなくなる。また、 $200^{\circ}C$  昇温測定後に室温測定をする際、 $200^{\circ}C$  から室温までの冷却に時間を要するためスループットが悪くなる。

## 【0072】

チャックトップのヤング率は  $250 \text{ GPa}$  以上であることが好ましい。ヤング率が  $250 \text{ GPa}$  未満であると、プロービング時にチャックトップに加わる荷重によりチャックトップに撓みが発生するので、チャックトップ上面の平面度、平行度が著しく劣化する。このため、プローブピンの接触不良が発生するので、正確な検査ができない、さらにはウェハの破損を招くこともある。このため、チャックトップのヤング率は  $250 \text{ GPa}$  以上が好ましく、さらには  $300 \text{ GPa}$  以上が好ましい。

## 【0073】

またチャックトップの熱伝導率は  $15 \text{ W/mK}$  以上であることが好ましい。 $15 \text{ W/mK}$  未満である場合、チャックトップ上に載置するウェハの温度分布が悪くなり好ましくない。このため熱伝導率が  $15 \text{ W/mK}$  以上であれば、プロービングに支障の無い程度の均熱性を得ることができる。このような熱伝導率の材料としては、純度  $99.5\%$  のアルミ

10

20

30

40

50

ナ（熱伝導率30W/mK）を挙げることができる。特に好ましくは170W/mK以上であることが好ましい。このような熱伝導率を有する材料としては、窒化アルミニウム（170W/mK）、Si-SiC複合体（170W/mK～220W/mK）などがある。この程度の熱伝導率になると、均熱性に非常に優れたチャックトップとすることができる。

#### 【0074】

チャックトップの厚みは8mm以上であることが好ましい。厚みが8mm未満であるとプロービング時にチャックトップに加わる荷重によりチャックトップに撓みを生じ、チャックトップ上面の平面度、平行度が著しく劣化することにより、プローブピンの接触不良により正確な検査ができない、さらにはウェハの破損を招くこともある。このため、チャックトップの厚みは8mm以上が好ましく、さらには10mm以上が好ましい。10

#### 【0075】

チャックトップを形成する材質は、金属-セラミックスの複合体や、セラミックスが好ましい。金属-セラミックスの複合体としては、比較的熱伝導率が高く、ウェハを加熱した際に均熱性が得られやすいアルミニウムと炭化ケイ素との複合体、又はシリコンと炭化ケイ素との複合体のいずれかであることが好ましい。これらのうち、特にシリコンと炭化ケイ素の複合体はヤング率が特に高く、熱伝導率も高いため特に好ましい。

#### 【0076】

またこれらの複合材料は導電性を有するため、発熱体を形成する手法としては、例えばウェハ載置面の反対側の面に、溶射やスクリーン印刷等の手法によって絶縁層を形成し、その上に導体層をスクリーン印刷し、あるいは蒸着等の手法によって導体層を所定のパターンに形成し、発熱体とすることができる。20

#### 【0077】

また、ステンレスやニッケル、銀、モリブデン、タンクスチール、クロム及びこれらの合金などの金属箔を、エッチングにより所定の発熱体パターンを形成し発熱体とすることができる。この手法においては、チャックトップとの絶縁を、上記と同様の手法によって形成することもできるが、例えば絶縁性のシートをチャックトップと発熱体との間に挿入することができる。この場合、上記の手法に比べ、非常に安価に、しかも容易に絶縁層を形成することができるため好ましい。この場合に使用できる樹脂としては、耐熱性という観点からマイカシートや、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、シリコン樹脂などが上げられる。この中でも特にマイカが好ましい。その理由としては、耐熱性、電気絶縁性に優れ加工性し易く、しかも安価である。30

#### 【0078】

またチャックトップの材質としてのセラミックスは、上記のように絶縁層を形成する必要が無いため、比較的利用しやすい。またこの場合の発熱体の形成方法としては、上記と同様の手法を選択することができる。セラミックスの材質の中でも特にアルミナや窒化アルミニウム、窒化ケイ素、ムライト、アルミナとムライトの複合体が好ましい。これらの材料はヤング率が比較的高いため、プローブカードの押し当てによる変形が小さいため、特に好ましい。これらのうち、アルミナに関しては、比較的コストも安く、また高温における電気的特性も優れているため、最も優れている。特に純度が99.6%以上のアルミナに関しては、高温の絶縁性が高い。更に99.9%以上の純度を有するものが特に好ましい。すなわち、アルミナは一般に基板を焼結する際に、焼結温度を低下させるために、シリコンやアルカリ土類金属等の酸化物などを添加しているが、これが純粋なアルミナの高温での電気絶縁性などの電気的特性を低下させているため、純度は99.6%以上のものが好ましく、さらには99.9%以上のものが好ましい。40

#### 【0079】

また、チャックトップの材質として金属を適用することも可能である。この場合、特にヤング率の高いタンクスチールやモリブデン及びこれらの合金を使用することも可能である。具体的な合金としてはタンクスチールと銅の合金、モリブデンと銅の合金が上げられる。これらの合金は、タンクスチールやモリブデンに銅を含浸させて作製することができる。50

これらの金属に対しても、上記のセラミックスー金属の複合体と同様に導電体であるため、上記の手法をそのまま適用して、チャックトップ導体層を形成し、発熱体を形成することでチャックトップとして使用することができる。

#### 【0080】

チャックトップに3.1 MPaの荷重を加えたときに、そのたわみ量は30  $\mu$ m以下であることが好ましい。チャックトップには、プローブカードからウェハを検査するための多数のピンがウェハを押し付けるため、その圧力がチャックトップにも影響を及ぼし、少なからずチャックトップも撓む。このときの撓み量が30  $\mu$ mを超えると、プローブカードのピンがウェハに均一に押しあてることができないため、ウェハの検査ができなくなり、好ましくない。この圧力を加えた場合の撓み量としては、更に好ましくは10  $\mu$ m以下である。 10

#### 【0081】

本発明のウェハプローバ用ウェハ保持体は、ウェハ等の被処理物を加熱、検査するためには好適に用いることができる。例えば、ウェハプローバあるいはハンドラ装置あるいはテスター装置に適用すれば、高剛性、高熱伝導率である特性を特に活かすことができるので、好適である。

#### 【実施例1】

#### 【0082】

直径310mm、厚み10mmのSi-SiC複合体からなる基板を用意した。このSi-SiC基板のウェハ搭載面に、ウェハを真空チャックするための同心円状の溝と、貫通孔を形成し、更にウェハ載置面にニッケルメッキを施し、チャックトップ導体層を形成した。その後、チャックトップ導体層を研磨加工し、全体の反り量を10  $\mu$ mとし、表面粗さをRaで0.02  $\mu$ mに仕上げ、チャックトップとした。また、チャックトップには、ステンレス箔をエッチングする事で回路形成した発熱体を取り付けた。チャックトップと発熱体の間には窒化硼素を分散させたシリコン樹脂からなる絶縁体を挿入した。 20

#### 【0083】

次に支持体として直径310mm、厚み40mmの円柱状のムライトアルミナ複合体を用意した。この支持体に、内径285mm、深さ20mmの座グリ加工を施した。この支持体の底部に表1に示す材質と内径の冷却パイプを設置した。また、別の座グリ加工した支持体の底部に冷却パイプを設置し、更に冷却パイプに板状体を溶接により取り付けたものも用意した。これらの支持体と前記チャックトップとを組み立てて、ウェハプローバ用ウェハ保持体とした。 30

#### 【0084】

上記2種類のウェハプローバ用ウェハ保持体の冷却パイプに表1に示す流体を流し、発熱体に通電することでチャックトップ上面の温度を200°Cに加熱して、5時間保持した後の支持体底部の温度を測定した。その結果を表1に示す。

#### 【0085】

【表1】

冷却パイプ材質／内径 (mm)	流体／温度 (°C)	流量 (リットル／分)	板状体有無 (材質)	支持体底部温度 (°C)
なし	なし	—	なし	130
銅/6	空気/25	10	なし	125
銅/6	空気/25	50	なし	110
銅/6	空気/25	100	なし	100
銅/6	空気/25	300	なし	80
銅/10	空気/25	100	なし	102
アルミニウム/6	空気/25	100	なし	100
ステンレス/6	空気/25	100	なし	110
銅/6	窒素/25	100	なし	100
銅/6	空気/25	100	銅/支持体側	90
銅/6	空気/25	300	銅/支持体側	65
銅/6	水/25	4	なし	50
銅/6	ガルデン/25	4	なし	60
銅/6	ガルデン/-20	4	なし	58
★銅/6	空気	100	銅/チャックトップ 側	100
★銅/6	空気	100	銅/両側	90

## 【0086】

以上の結果から、冷却パイプを設置することで、支持体を容易に冷却できることが分かる。冷却パイプに銅板を取り付けることでより冷却効果が増すことが分かる。また★をつけた冷却装置に関しては、エアシリンダで支持体内において可動できるようにした結果、チャックトップを冷却することも可能であった。

## 【実施例2】

## 【0087】

実施例1と同様のチャックトップと冷却パイプや板状体を取り付けた支持体を用意した。直径5mm、高さ5mmの円柱形のムライト-アルミナ複合体を32個準備し、チャックトップと支持体の間に同一円周上に等間隔で配置して組み立てて、ウェハプローバ用ウェハ保持体とした。

## 【0088】

実施例1と同様に、このウェハプローバ用ウェハ保持体の冷却パイプに流体を流し、発熱体に通電することでチャックトップ上面を200°Cに加熱して、5時間保持した後の支持体底面の温度を測定した。その結果を表2に示す。

## 【0089】

10

20

30

40

【表2】

冷却パイプ材質／内径 (mm)	流体、温度 (°C)	流量 (リットル／分)	板状体有無 (材質)	支持体底部温度 (°C)
なし	なし	—	なし	115
銅/6	空気/25	10	なし	111
銅/6	空気/25	50	なし	97
銅/6	空気/25	100	なし	88
銅/6	空気/25	300	なし	71
銅/10	空気/25	100	なし	90
アルミニウム/6	空気/25	100	なし	88
ステンレス/6	空気/25	100	なし	97
銅/6	窒素/25	100	なし	88
銅/6	空気/25	100	銅/支持体側	80
銅/6	空気/25	300	銅/支持体側	58
銅/6	水/25	4	なし	44
銅/6	ガルデン/25	4	なし	53
銅/6	ガルデン/-20	4	なし	51
★銅/6	空気	100	銅/チャックトップ側	88
★銅/6	空気	100	銅/両側	80

10

20

30

40

## 【0090】

チャックトップと支持体間に柱状体を挿入することにより、底部断熱に効果のあることが分かる。

## 【実施例3】

## 【0091】

実施例1と同様のチャックトップと支持体を用意した。また、直径280mm、厚み6mmと2mmの表3に示す材質の板状体を用意し、厚み6mmの板状体に半径4mmの溝加工を施し、流す流体が気体の場合は、ネジ止めによって一体化し、液体の場合は溶接により一体化した。この一体化した板状体を支持体内部に設置し、ウェハプローバ用ウェハ保持体とした。

## 【0092】

実施例1と同様に、このウェハプローバ用ウェハ保持体の板状体の溝に表3に示す流体を流し、発熱体に通電することでチャックトップ上面を200°Cに加熱して、5時間保持した後の、支持体底面の温度を測定した。その結果を表3に示す。

## 【0093】

【表3】

流路半径 (mm)	流体、温度 (°C)	流量 (リットル/分)	板状体 (材質)	支持体底部温度 (°C)
なし	なし	—	なし	115
4	空気/25	100	銅	74
4	空気/25	300	銅	55
4	空気/25	100	アルミニウム	78
4	空気/25	100	ステンレス	82
4	水/25	4	銅	42
4	ガルデン/25	4	銅	48

10

20

30

40

## 【0094】

以上の結果から、流路を形成した板状体を設置し、そこに流体を流すことで支持体を冷却できることがわかる。また上記の冷却装置に関しては、エアシリンダで支持体内において可動できるようにした結果、チャックトップを冷却することも可能であった。

## 【実施例4】

## 【0095】

実施例1と同様のチャックトップと支持体を用意した。但し、支持体の底面部には、半径4mmの半円状の溝加工を施し、更にその上に直径280mm、厚さ4mmの板状体を準備し、支持体底部とネジ止めによって固定し、チャックトップを組み付けてウェハプローバ用ウェハ保持体とした。実施例1と同様に、チャックトップ上面の温度を200°Cに加熱し、5時間保持後の支持体底部の温度を測定した。その結果を表4に示す。

## 【0096】

## 【表4】

流体、温度 (°C)	流量 (リットル/分)	板状体 (材質)	支持体底部温度 (°C)
なし	—	なし	115
空気/25	100	銅	72
空気/25	300	銅	54
空気/25	100	アルミニウム	77
空気/25	100	ステンレス	80
窒素/25	100	銅	72
ヘリウム/25	100	銅	69

## 【実施例5】

## 【0097】

実施例1と同様のチャックトップと支持体を用意した。また、直径280mm、厚さ6mmの板状体を準備し、この板状体に半径4mmの溝加工を施し、溝加工した面を支持体底面側にして、ネジ止めにて支持体内底部に固定し、チャックトップを組み付けてウェハプローバ用ウェハ保持体とした。実施例1と同様に、チャックトップ上面の温度を200°Cに加熱し、5時間保持後の支持体底部の温度を測定した。その結果を表5に示す。

## 【0098】

【表5】

流体、温度 (°C)	流量 (リットル/分)	板状体 (材質)	支持体底部温度 (°C)
なし	—	なし	115
空気/25	100	銅	74
空気/25	300	銅	55
空気/25	100	アルミニウム	79
空気/25	100	ステンレス	83
窒素/25	100	銅	73
ヘリウム/25	100	銅	70

10

【実施例6】

【0099】

実施例1と同様のチャックトップと冷却パイプや板状体を取り付けた支持体を用意した。ただし、冷却パイプと板状体は、チャックトップの下部に接触するように取り付けた。このウェハプローバ用ウェハ保持体を用いて、実施例1と同様に、チャックトップ上面の温度を200°Cに加熱し、5時間保持後の支持体底部の温度を測定した。その結果を表6に示す。

【0100】

【表6】

冷却パイプ材質/ 内径 (mm)	流体、温度 (°C)	流量 (リットル/分)	板状体有無 (材質)	支持体底部温度 (°C)
なし	なし	—	なし	121
銅/6	空気/25	10	なし	117
銅/6	空気/25	50	なし	102
銅/6	空気/25	100	なし	92
銅/6	空気/25	300	なし	75
銅/10	空気/25	100	なし	95
アルミニウム/6	空気/25	100	なし	92
ステンレス/6	空気/25	100	なし	103
銅/6	窒素/25	100	なし	93
銅/6	空気/25	100	銅/支持体側	84
銅/6	空気/25	300	銅/支持体側	61
銅/6	水/25	4	なし	47
銅/6	ガルデン/25	4	なし	57
銅/6	ガルデン/-20	4	なし	55
銅/6	空気	100	銅/チャックトップ側	92
銅/6	空気	100	銅/両側	84

20

30

40

【0101】

以上のことから、冷却機構をチャックトップの近傍に設置することでも、従来に比較し

50

て支持体底部の温度は低いことがわかる。

【産業上の利用可能性】

【0102】

本発明によれば、チャックトップと支持体との間に形成された空隙部に冷却機構を具備することによって、容易に支持体を冷却することができ、精度の高いプロービングを可能にすることができるとともに、スループットをも向上することができるウェハプローバ用ウェハ保持体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0103】

【図1】本発明のウェハプローバ用ウェハ保持体の断面構造の一例を示す。

10

【図2】本発明のウェハプローバ用ウェハ保持体の断面構造の他の一例を示す。

【図3】本発明のウェハプローバ用ウェハ保持体の断面構造の他の一例を示す。

【図4】本発明の加熱体の断面構造の一例を示す。

【図5】本発明の断熱構造の一例を示す。

【図6】本発明の断熱構造の他の例を示す。

【図7】本発明の断熱構造の他の例を示す。

【図8】本発明のウェハプローバ用ウェハ保持体の断面構造の他の例を示す。

【図9】本発明のウェハプローバ用ウェハ保持体の電極部の断面構造の一例を示す。

【図10】本発明のウェハプローバ用ウェハ保持体の断面構造の他の例を示す。

20

【図11】本発明のウェハプローバ用ウェハ保持体の断面構造の他の例を示す。

【図12】本発明のウェハプローバ用ウェハ保持体の断面構造の他の例を示す。

【符号の説明】

【0104】

1 ウェハプローバ用ウェハ保持体

2 チャックトップ

3 チャックトップ導体層

4 支持体

5 空隙

6 加熱体

7 支持棒

9 昇降手段

21 環状溝

22 放射状溝

23 柱状体

30 冷却機構

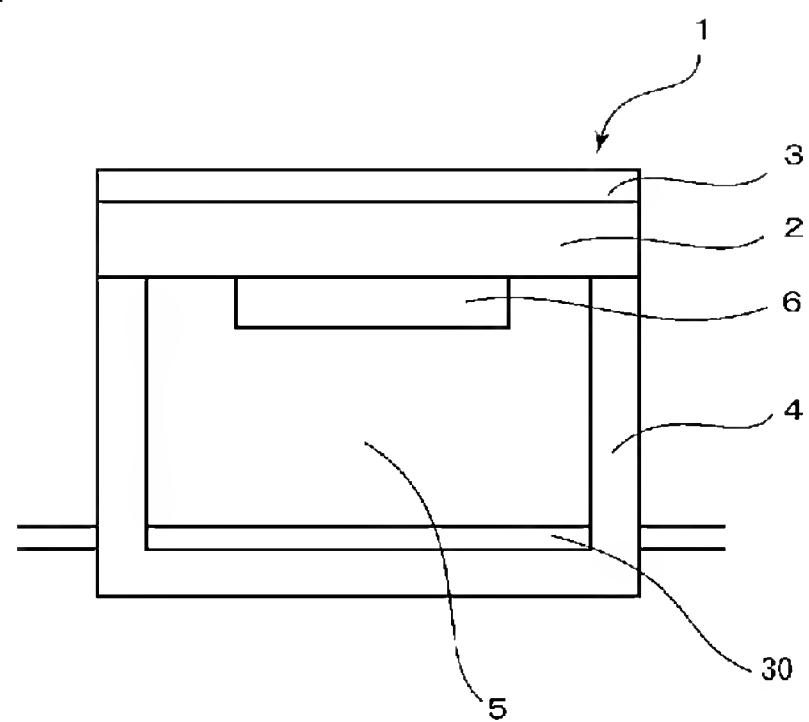
40 板状体

61 抵抗発熱体

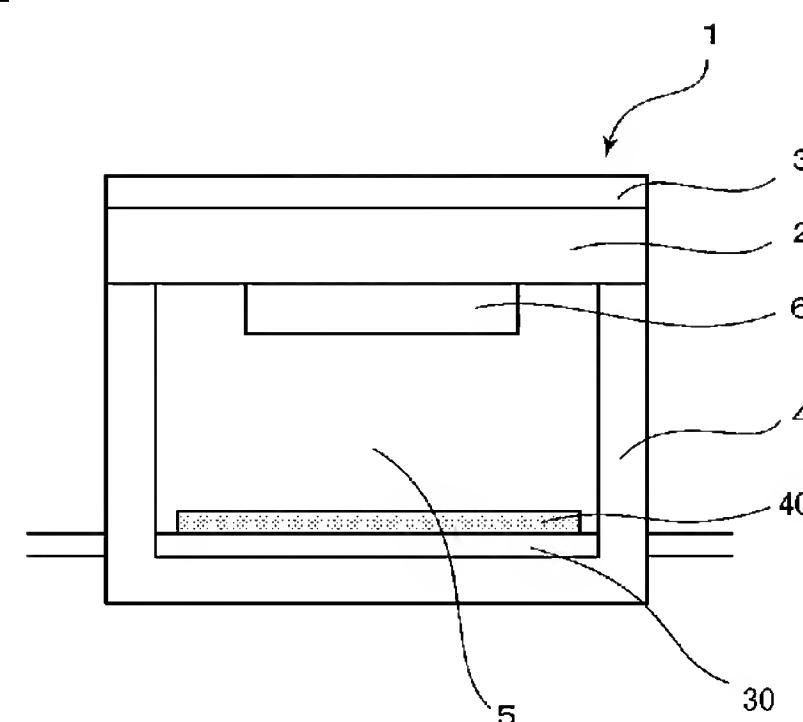
62 絶縁体

30

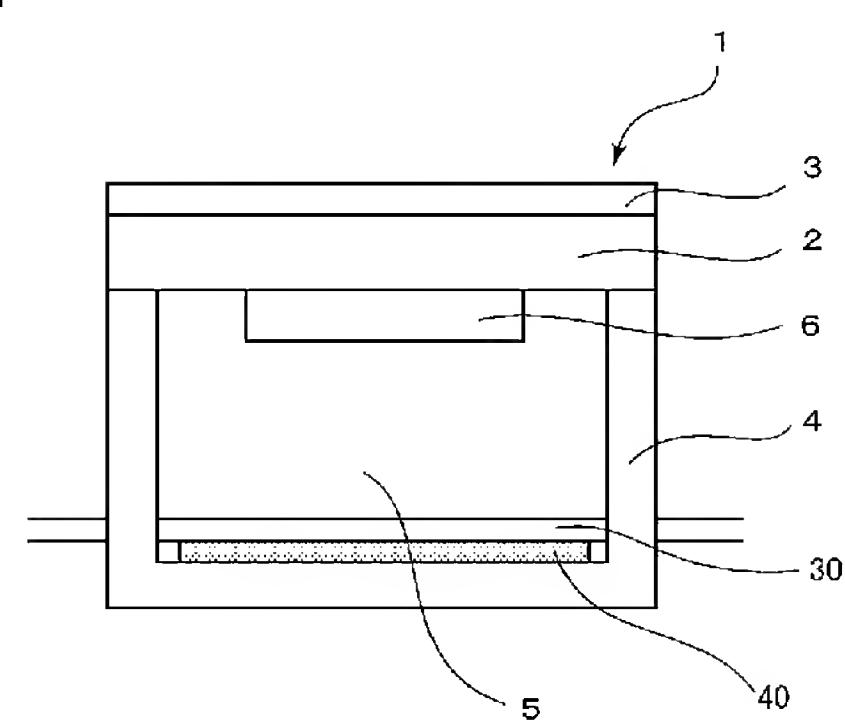
【図 1】



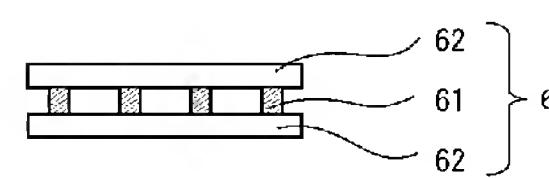
【図 3】



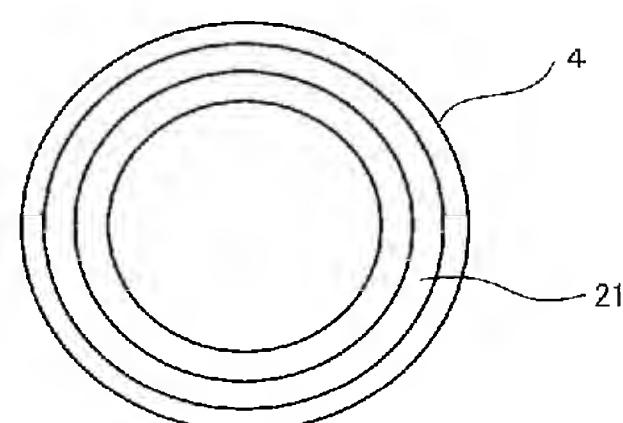
【図 2】



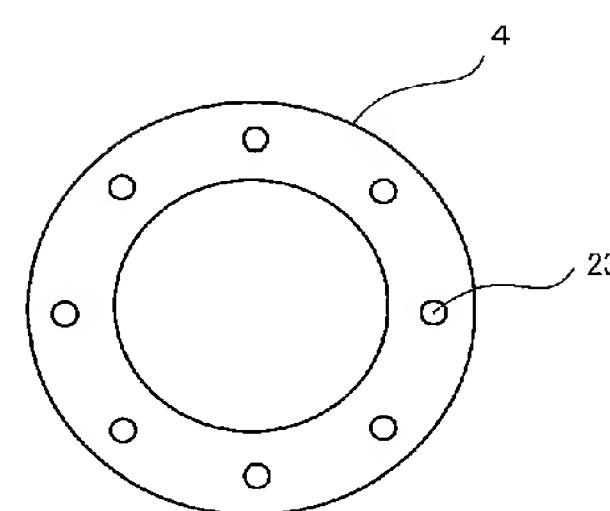
【図 4】



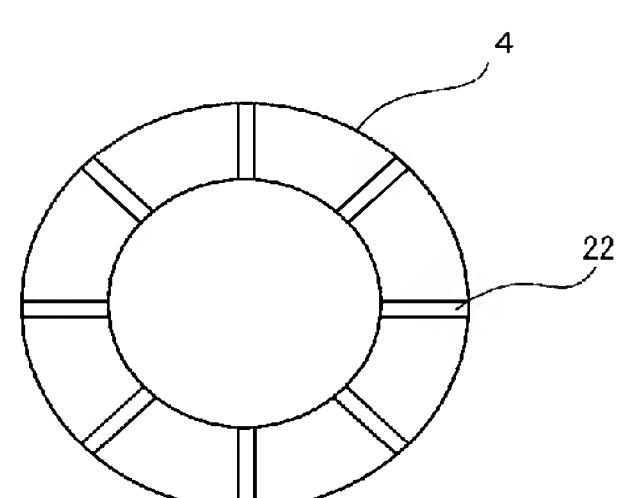
【図 5】



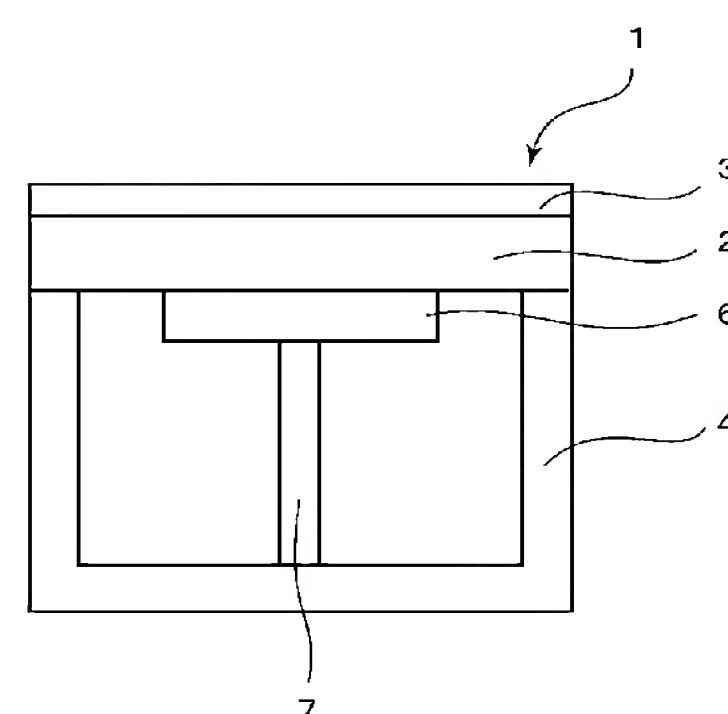
【図 7】



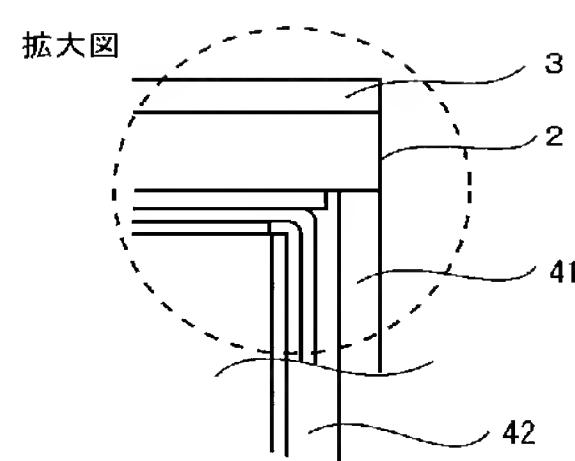
【図 6】



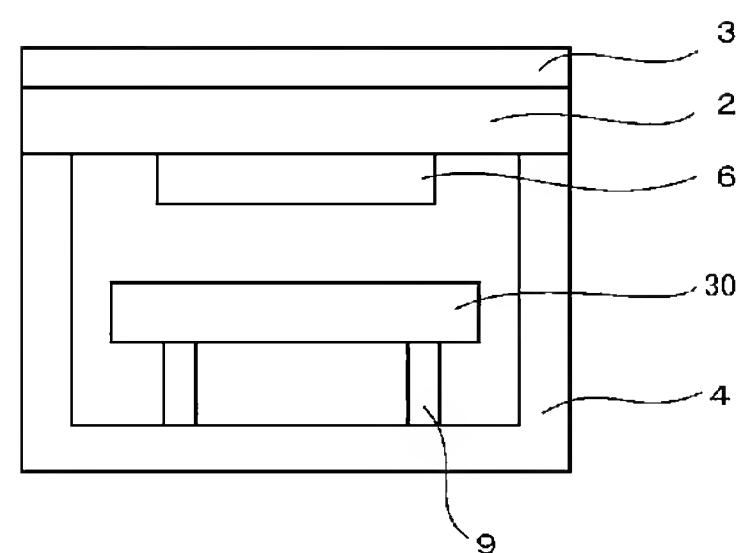
【図 8】



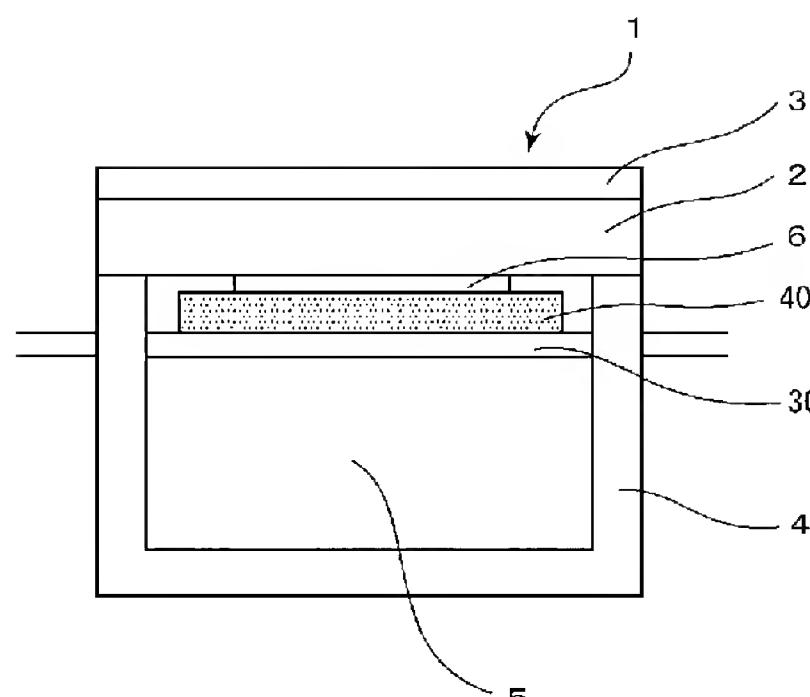
【図 9】



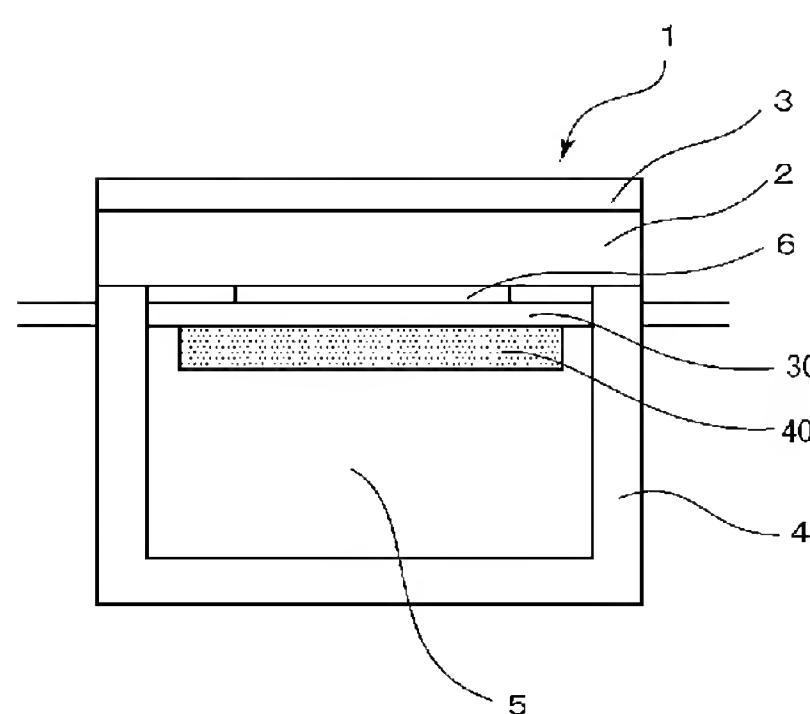
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 仲田 博彦

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

F ターム(参考) 4M106 AA01 AA02 BA01 CA01 CA31 DD22 DH44 DH45 DJ02  
5F031 CA02 HA02 HA03 HA37 HA38 PA11

**PAT-NO:** JP02007235171A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 2007235171 A  
**TITLE:** WAFER HOLDER FOR WAFER  
PROBER AND WAFER PROBER  
MOUNTING THE SAME  
**PUBN-DATE:** September 13, 2007

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
ITAKURA, KATSUHIRO	N/A
NATSUHARA, MASUHIRO	N/A
NAKADA, HIROHIKO	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
SUMITOMO ELECTRIC IND LTD	N/A

**APPL-NO:** JP2007131408

**APPL-DATE:** May 17, 2007

**INT-CL-ISSUED:**

<b>TYPE</b>	<b>IPC</b>	<b>DATE</b>	<b>IPC-OLD</b>
IPCP	H01L21/66	20060101	H01L021/66
IPFC	H01L21/683	20060101	H01L021/683

**ABSTRACT:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wafer holder for wafer prober, with which position accuracy of the wafer holder is improved by suppressing heat of a chuck top from being conducted to a driving system as much as possible, and wafer prober device mounting the same.

SOLUTION: A wafer holder for a wafer prober is for inspecting a semiconductor. It is composed of at least the chuck top and a support for supporting the chuck top. In an air gap formed between the chuck top and the support, a cooling mechanism for cooling the chuck top and/or the support is provided. It is desirable that the cooling mechanism should be equipped with a flow path, in which a fluid flows.

COPYRIGHT: (C) 2007, JPO&INPIT